

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA DE MINAS**

“CALCULO DE RESERVAS PARA LA  
EXPLOTACIÓN DE AGREGADOS EN UNA  
CANTERA A TAJO ABIERTO CAJAMARCA 2023”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniera de Minas**

**Autora:**

Luz Maribel Lopez Julcamoro

**Asesor:**

Mg. Ing. Oscar Arturo Vásquez Mendoza  
<https://orcid.org/0000-0003-4920-2204>

Cajamarca – Perú

**JURADO EVALUADOR**

|                           |                                     |                 |
|---------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| Jurado 1<br>Presidente(a) | <b>Daniel Alejandro Alva Huamán</b> | <b>43006890</b> |
|                           | Nombre y Apellidos                  | Nº DNI          |

|          |                                 |                 |
|----------|---------------------------------|-----------------|
| Jurado 2 | <b>Ronald Smith Mayta rodas</b> | <b>42319154</b> |
|          | Nombre y Apellidos              | Nº DNI          |

|          |                                   |                 |
|----------|-----------------------------------|-----------------|
| Jurado 3 | <b>Rafael Napoleón Ocas Boñón</b> | <b>42811302</b> |
|          | Nombre y Apellidos                | Nº DNI          |

## INFORME DE SIMILITUD

TESIS\_FINAL\_MARIBEL.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| <b>1</b> | <b>repositorio.unapiquitos.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                       | <b>10%</b> |
| <b>2</b> | <b>www.esade.edu</b><br>Fuente de Internet  | <b>2%</b>  |
| <b>3</b> | <b>repositorio.unc.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                               | <b>1%</b>  |
| <b>4</b> | <b>Submitted to Universidad Tecnológica Indoamerica</b><br>Trabajo del estudiante | <b>1%</b>  |
| <b>5</b> | <b>vsip.info</b><br>Fuente de Internet  | <b>1%</b>  |

## DEDICATORIA

Gracias a mi padre por convertirme en lo que soy hoy y a él por muchos de mis logros, incluido este.

*Maribel López*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a quienes me abrieron el camino y me guiaron por camino correcto, gracias a Dios que siem pre está conmigo y me ayuda a aprender de mis errores y no repetirlos. Eres quien controla el destino de mi vida. Te agradezco padre

*Maribel López*

**TABLA DE CONTENIDO**

|   |    |
|---|----|
| JURADO EVALUADOR.....   | 2  |
| INFORME DE SIMILITUD .....  | 3  |
| DEDICATORIA.....  | 4  |
| AGRADECIMIENTO.....   | 5  |
| TABLA DE CONTENIDO.....   | 6  |
| ÍNDICE DE TABLAS .....  | 8  |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....  | 9  |
| RESUMEN.....  | 10 |
| CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....  | 11 |
| 1.1. Realidad problemática .....  | 11 |
| 1.2. Formulación del problema .....   | 14 |
| 1.3. Objetivos.....   | 14 |
| 1.3.2. Objetivos específicos .....  | 14 |
| 1.4. Hipótesis .....  | 14 |
| CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....   | 15 |
| CAPÍTULO III: RESULTADOS .....  | 17 |
| 3.1. Cálculo de reservas para la explotación de agregados.....                  | 17 |
| 3.2. Influencia de la ley media en el diseño de los parámetros operativos ..... | 28 |
| CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....                                     | 31 |
| 4.1. Discusión .....  | 31 |

4.2. Conclusiones ..... 33

REFERENCIAS ..... 34

ANEXOS ..... 36

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Hoja de cálculo de reservas. . . . .                                   | 14 |
| Tabla 2. Datos del área en cada polígono del perfil AA' . . . . .               | 17 |
| Tabla 3. Datos del área en cada polígono del perfil BB' . . . . .               | 18 |
| Tabla 4. Datos del área en cada polígono del perfil CC' . . . . .               | 19 |
| Tabla 5. Datos cuantitativos del área en cada polígono del perfil DD' . . . . . | 20 |
| Tabla 6. Datos del área en cada polígono del perfil EE' . . . . .               | 21 |
| Tabla 7. Datos del área en cada polígono del perfil FF' . . . . .               | 22 |
| Tabla 8. Datos del área en cada polígono del perfil GG' . . . . .               | 23 |
| Tabla 9. Datos del área en cada polígono del perfil GG' . . . . .               | 24 |
| Tabla 10. Datos del área en cada polígono del perfil II' . . . . .              | 25 |
| Tabla 11. Áreas totales de la cantera de agregados. . . . .                     | 26 |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Plano topográfico de las secciones.....                      | 16 |
| Figura 2: Perfil AA´ con polígonos para determinar el área total.....  | 17 |
| Figura 3: Perfil BB´ con polígonos para determinar el área total ..... | 18 |
| Figura 4: Perfil CC´ con polígonos para determinar el área total ..... | 19 |
| Figura 5: Perfil DD´ con polígonos para determinar el área total.....  | 20 |
| Figura 6: Perfil EE´ con polígonos para determinar el área total ..... | 21 |
| Figura 7: Perfil FF´ con polígonos para determinar el área total ..... | 22 |
| Figura 8: Perfil GG´ con polígonos para determinar el área total.....  | 23 |
| Figura 9: Perfil HH´ con polígonos para determinar el área total.....  | 24 |
| Figura 10: Perfil II´ con polígonos para determinar el área total..... | 25 |
| Figura 11: Arenisca de la formación Farrat .....                       | 27 |
| Figura 12: Arenisca de la formación Farrat.....                        | 28 |
| Figura 13: Cuarzo anhedral-formación farrat... ..                      | 28 |

## RESUMEN

La presente tesis que tiene como título Calculo de reservas para la explotación de agregados en la cantera a tajo abierto, Cajamarca 2023. Tesis que tiene por objetivo general el determinar la influencia del cálculo de reservas para la explotación de una cantera de agregados Cajamarca 2021.

Además, se realiza el cálculo cuantitativo de las reservas correspondientes al proyecto cantera mina y la influencia de la ley media en el diseño de los parámetros de operación.

En esta cantera se encontró arenisca de cuarzo. Se realizó una estación geomecánica por el método de Bienawski 89 y se determinó que la roca es de buena calidad. Se realizó un análisis macroscópico y se encontró que el 90% era cuarcita y el 10% otros componentes. Se realizaron nueve cortes geológicos, cada uno de los cuales es un cubo. Hay un total de 446.952.275 TM de arena.

**PALABRAS CLAVES:** cálculo de reservas, explotación, cantera, formación farrat.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

El cálculo de las reservas de yacimientos es uno de los aspectos más importantes del mundo minero peruano, ya que es la base para el desarrollo de proyectos. Actualmente existe una gran necesidad de encontrar, calcular y obtener nuevos yacimientos (metálicos y no metálicos), debido a que estos materiales tienen una gran demanda, ya que son materias primas para el desarrollo de diversas industrias manufactureras.

La minería global es uno de los pilares importantes para mantener una economía financiera que apunte a incrementar la productividad diaria y minimizar los costos operativos de cada operación y unidad en el ciclo de vida de la mina, a través de la implementación de planes mineros basados en la geomecánica, las características de reservas minerales, equipos y maquinarias en el período. Por lo tanto, para aumentar la productividad es necesario utilizar maquinaria suficiente para cumplir con todos los planes anuales de producción a largo, mediano o corto plazo. (Pierola, 2017, 19. lpp.).

2017 estudio en Imbabura (Ecuador) por Borja Torres, Fernando David, Proyecto Minero Cantera El Churo en Ibarra, Provincia de Barbra. Se explican las piedras que se utilizarán en la minería para el desarrollo del proyecto, debido a la cantera, la cantera abastece de materiales de construcción a las ciudades aledañas, por lo tanto, al diseñar la cantera se tienen en cuenta muchos parámetros de funcionamiento, economía, medio ambiente, reservas, yacimiento Hay que tener en cuenta la geometría, producción diaria y producción de por vida útil.

En Caracas, Venezuela, López presentó su tesis en la Universidad Central de Venezuela (2013) de la carrera de ingeniería en minas, titulada “Diseño de Métodos para el Desarrollo Minero en Colombia, CVG Minerven, El Callao, Estado Bolívar”, concluyó que la explotación del recurso Bolsón se realizará bajo el método de minería post-pilar, construyendo canales de producción para el sustrato de extracción del mineral. El sótano se construirá en cámaras de 5 metros de altura con espacios de 10 metros entre las columnas encargadas de sostener la cubierta. Esta separación es suficiente para el funcionamiento del dispositivo. También se construirán chimeneas de ventilación y bombeo de minerales, así como una rampa de comunicación entre los niveles 5 y 6, que también se utilizará para acceder a las reservas en los niveles superiores. Las reservas recuperables se estiman en 414.871 toneladas y promediarán una ley en servicio de 31,6 gr/t debido a la dilución. En el territorio se propone la ampliación de la infraestructura para la prestación de servicios, la colocación de 2 ventiladores auxiliares en el diseño del territorio a intervenir.

Vergara, B (2015); El estudio Encuesta de estimaciones de reservas potenciales de yacimientos no metálicos en la región Llanacora Cajamarca de Perú - 2015 (Perú) propone estimar las reservas potenciales de los yacimientos arcillosos de Llanacora y este estudio intenta identificar todas las áreas donde se encuentran yacimientos arcillosos. y describir las características geológicas y determinar la formación de depósitos arcillosos. Se identificará la composición mineral de estos depósitos y se calculará el tonelaje final del depósito.

VÍLCHEZ, Elmer; Hugo, Wilmer; Juan Soto (2017); Provincia de Cajamarca, 2017 (Perú) En un estudio sobre estimaciones de extracción de areniscas en la Formación Chimú-Shudal, afirmaron que su objetivo general es estimar las reservas de areniscas en la Formación Chimú, comenzando con principios geológicos y geomecánicos y delimitando áreas donde se encuentra el material extraíble. Presente. Se decidió utilizar 2 métodos para cumplir con los requerimientos propuestos, el método transversal y el último método que requiere el uso de software (Global Mapper 18.0 y ArcGIS 10.4). Se puede concluir que estos procedimientos dieron resultados más precisos que los métodos tradicionales.

Explotación de canteras: Al momento de diseñar una cantera, es necesario tomar en cuenta el tipo de material que se va a explotar, por lo que toda la información sobre la geología del material, incluyendo su clasificación, características y su forma durante el proceso de explotación (masa rocosa o material depósito) ). (Hermelin, Michel, 2005, p. 206).

Reserva de cantera: la cantidad o cantidad de material de un área o sector específico para su extracción, calculada sobre la base de estudios previos tales como levantamiento geológico, topografía, estudios de suelos, propiedades de los materiales, etc. (Juan Bernardo, 2016, p. 46).

Agregados pétreos: Son materiales obtenidos a partir de piedras, se utilizan sin alteración ni modificación, en la mayoría de los casos se presentan en forma de meniscos pétreos o sedimentos sueltos y vienen en diferentes tamaños, como arena \_\_\_\_\_ y grava. (Forero Bonaire, Carlos Fernando, 2001, p.166).

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo influye el cálculo de reservas en el diseño de explotación de una cantera de agregados a tajo abierto Cajamarca 2023?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Realizar el cálculo de reservas para la explotación de agregados en una cantera a tajo abierto Cajamarca 2023.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- ✓ Realizar el cálculo de reservas para la explotación de agregados en una cantera a tajo abierto Cajamarca 2023.
- ✓ Determinar la influencia de la ley media en el diseño de los parámetros operativos

## **1.4. Hipótesis**

Mediante el cálculo de reservas influirá de manera positiva en la explotación de una cantera de agregados Cajamarca 2023

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Según el propósito es básico, alcance es correlacional, enfoque cuantitativo, diseño es no experimental. (Oblitas, 2018).

Como participantes se tiene la población y muestra donde la muestra está conformada por todos los agregados de la cantera tajo abierto en Cajamarca. La muestra está conformada por una cantera a tajo abierto en Cajamarca.

Como técnicas e instrumentos de recolección de datos los siguientes.

Técnicas: Análisis bibliográfico: Técnica que se realizó en gabinete, se determina el tema de investigación y se averigua lo relacionado a ello. Técnica de campo: Acopio de información necesaria para ubicar las reservas de y a su vez se recolectarán los datos necesarios.

Gabinete: Se procesará datos obtenidos en campo y a su vez se elaborará la tesis final.

Tenemos los siguientes instrumentos de investigación.

Tablas para la toma de datos

Libreta de campo: Anotar datos obtenidos en cada estación de campo, posteriormente plasmarlos dentro de la investigación.

Hoja de cálculo: Para determinar datos estadísticos de reservas, producción y otros.

Tabla 1.

Hoja de cálculo de reservas.

| <b>Área (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b> | <b>Densidad (T/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Toneladas (TM)</b> |
|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
|                             |                                |                                   |                       |

**Procedimiento:**

Etapa de Gabinete: Se recolectará y analizará informes relacionados al tema, en correlación con sus variables de estudio.

Etapa de campo: En esta etapa se realiza los estudios en campo tanto geomecánicos y el levantamiento topográfico para realizar el cálculo de reservas y tipo agregados que contiene la cantera en Cajamarca

Etapa de pos-Campo: Procesamiento y análisis de los datos para realizar el cálculo de reservas y la posterior construcción de la propuesta del diseño del método de explotación.

Análisis e interpretación de datos: Los datos obtenidos en campo (rumbos, buzamientos, identificación de litología, identificación de estructuras, etc.), serán posteriormente plasmados en el plano topográfico, para la elaboración detallada de un plano geológico y perfiles. Además, en el caso de los planos y los perfiles.

Aspectos éticos: El desarrollo de esta investigación se rige estrictamente mediante el uso del Manual de Redacción APA, evitando así plagios, valiéndose de una correcta situación de autores y coautores de las investigaciones antecesoras a estas.



### CAPÍTULO III: RESULTADOS

#### 3.1. Cálculo de reservas para la explotación de agregados

Para calcular las reservas o determinar el tonelaje, se dibujan tramos a escala y de cada tramo se obtiene el volumen en metros cúbicos, que luego se multiplica por la distancia del tramo, en este caso 10 metros. Para obtener el tonelaje, multiplique por la densidad de la arenisca (2,45 g/cm<sup>3</sup>). La fórmula utilizada es:

$$\frac{(P1 + P2)}{2} di + \frac{(P2 + P3)}{2} di + \frac{(Pi + (Pi + 1))}{2} di$$

A continuación, se muestra el plano topográfico donde se pueden apreciar las secciones A, B, C, D, E, F, G, H, I.

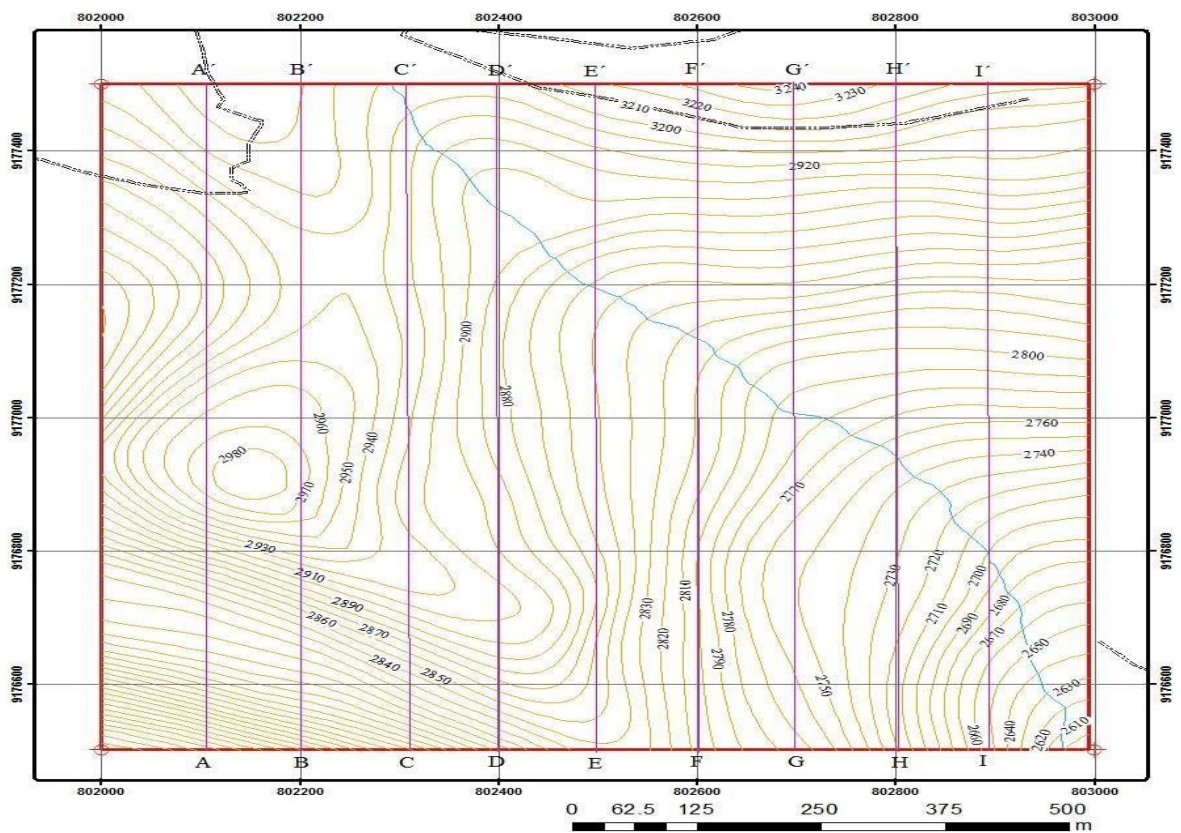


Figura 1: Plano topográfico de las secciones

polígono de contorno y determina el área total de cada contorno:

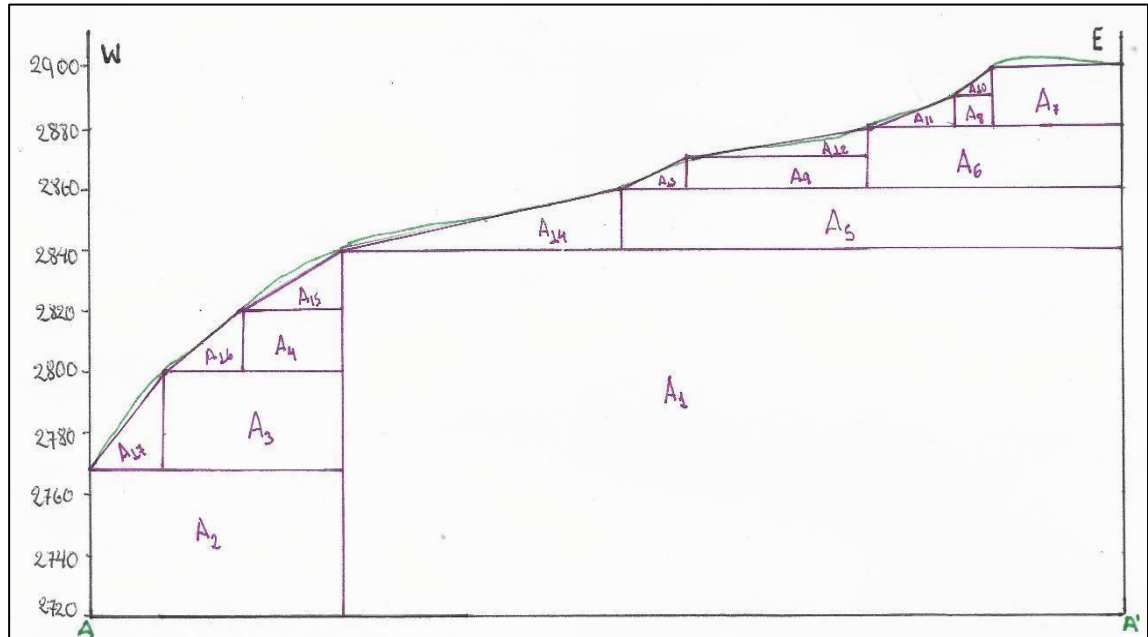


Figura 2: Perfil AA' con polígonos para determinar el área total.

Tabla 2.

Datos del área en cada polígono del perfil AA'

| ÁREA TOTAL DEL PERFIL AA' |       |             |       |             |                        |
|---------------------------|-------|-------------|-------|-------------|------------------------|
| ÁREA                      | LARGO | ESCALA REAL | ANCHO | ESCALA REAL | ÁREA EN m <sup>2</sup> |
| A1                        | 15.1  | 755         | 6     | 120         | 90600                  |
| A2                        | 4.9   | 245         | 2.4   | 48          | 11760                  |
| A3                        | 3.5   | 175         | 1.6   | 32          | 5600                   |
| A4                        | 1.9   | 95          | 1     | 20          | 1900                   |
| A5                        | 9.8   | 490         | 1     | 20          | 9800                   |
| A6                        | 4.9   | 245         | 1     | 20          | 4900                   |
| A7                        | 2.5   | 125         | 1     | 20          | 2500                   |
| A8                        | 0.7   | 35          | 0.5   | 10          | 350                    |
| A9                        | 0.5   | 25          | 3.5   | 70          | 1750                   |
| A10                       | 0.7   | 35          | 0.4   | 8           | 140                    |
| A11                       | 3.7   | 185         | 1.8   | 36          | 3330                   |
| A12                       | 3.5   | 175         | 0.5   | 10          | 875                    |
| A13                       | 0.5   | 25          | 1.3   | 26          | 325                    |
| A14                       | 5.4   | 270         | 1     | 20          | 2700                   |
| A15                       | 1.9   | 95          | 0.9   | 18          | 855                    |
| A16                       | 1.5   | 75          | 1     | 20          | 750                    |
| A17                       | 1.4   | 70          | 1.6   | 32          | 1120                   |
| <b>AREA TOTAL</b>         |       |             |       |             | <b>139255</b>          |

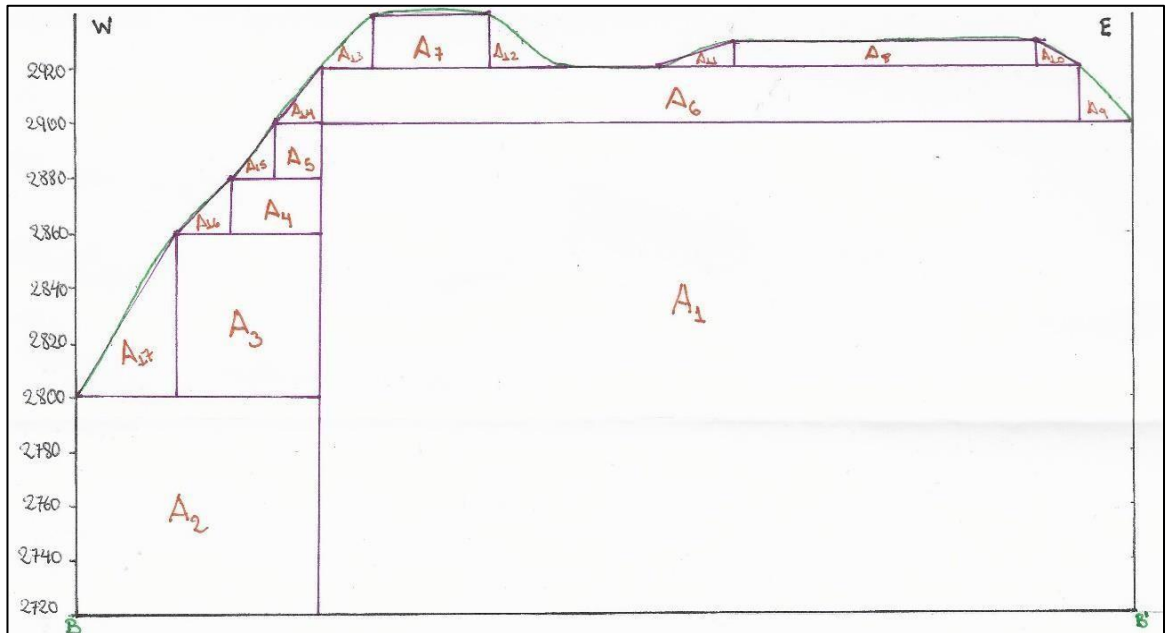


Figura 3: Perfil BB' con polígonos para determinar el área total.

Tabla 3.

Datos del área en cada polígono del perfil BB'.

| ÁREA TOTAL DEL PERFIL BB' |       |             |       |             |                        |
|---------------------------|-------|-------------|-------|-------------|------------------------|
| ÁREA                      | LARGO | ESCALA REAL | ANCHO | ESCALA REAL | ÁREA EN m <sup>2</sup> |
| A1                        | 15.5  | 775         | 9     | 180         | 139500                 |
| A2                        | 4.6   | 230         | 4     | 80          | 18400                  |
| A3                        | 2.7   | 135         | 3     | 60          | 8100                   |
| A4                        | 1.7   | 85          | 1     | 20          | 1700                   |
| A5                        | 1.9   | 95          | 1     | 20          | 1900                   |
| A6                        | 14.4  | 720         | 1     | 20          | 14400                  |
| A7                        | 2.2   | 110         | 1     | 20          | 2200                   |
| A8                        | 5.8   | 290         | 0.5   | 10          | 2900                   |
| A9                        | 1     | 50          | 1     | 20          | 500                    |
| A10                       | 0.7   | 35          | 0.5   | 10          | 175                    |
| A11                       | 1.4   | 70          | 0.5   | 10          | 350                    |
| A12                       | 1.5   | 75          | 1     | 20          | 750                    |
| A13                       | 1     | 50          | 1     | 20          | 500                    |
| A14                       | 0.9   | 45          | 1     | 20          | 450                    |
| A15                       | 0.8   | 40          | 1     | 20          | 400                    |
| A16                       | 1     | 50          | 1     | 20          | 500                    |
| A17                       | 1.9   | 95          | 3     | 60          | 2850                   |
| <b>AREA TOTAL</b>         |       |             |       |             | <b>195575</b>          |

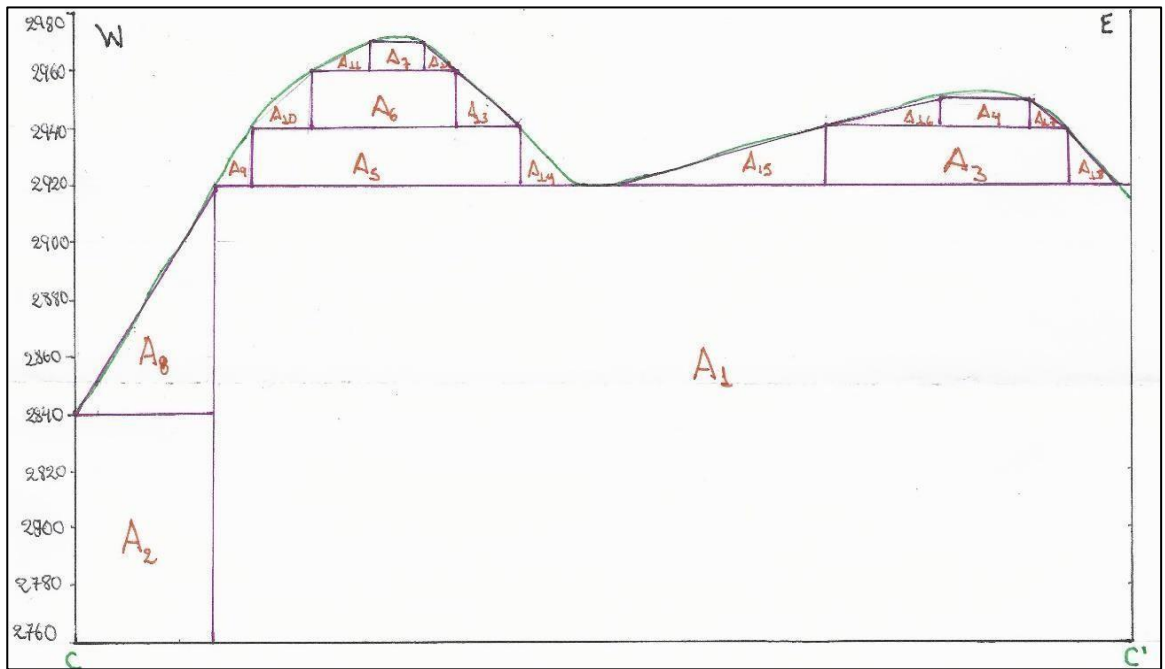


Figura 4: Perfil CC' con polígonos para determinar el área total.

Tabla 4.

Datos del área en cada polígono del perfil CC'.

| ÁREA TOTAL DEL PERFIL CC' |       |             |       |             |                        |
|---------------------------|-------|-------------|-------|-------------|------------------------|
| ÁREA                      | LARGO | ESCALA REAL | ANCHO | ESCALA REAL | ÁREA EN m <sup>2</sup> |
| A1                        | 17.4  | 870         | 8     | 160         | 139200                 |
| A2                        | 2.6   | 130         | 4     | 80          | 10400                  |
| A3                        | 4.6   | 230         | 1     | 20          | 4600                   |
| A4                        | 1.7   | 85          | 0.5   | 10          | 850                    |
| A5                        | 5.1   | 255         | 1     | 20          | 5100                   |
| A6                        | 2.7   | 135         | 1     | 20          | 2700                   |
| A7                        | 1     | 50          | 0.5   | 10          | 500                    |
| AEXT                      | 20    | 1000        | 2     | 40          | 40000                  |
| A8                        | 2.6   | 130         | 4     | 80          | 5200                   |
| A9                        | 0.7   | 35          | 1     | 20          | 350                    |
| A10                       | 1.1   | 55          | 1     | 20          | 550                    |
| A11                       | 1.1   | 55          | 0.5   | 10          | 275                    |
| A12                       | 0.6   | 30          | 0.5   | 10          | 150                    |
| A13                       | 1.2   | 60          | 1     | 20          | 600                    |
| A14                       | 1     | 50          | 1     | 20          | 500                    |
| A15                       | 4     | 200         | 1     | 20          | 2000                   |
| A16                       | 2.2   | 110         | 0.5   | 10          | 550                    |
| A17                       | 0.5   | 25          | 0.7   | 14          | 175                    |
| A18                       | 1     | 50          | 1     | 20          | 500                    |
| <b>AREA TOTAL</b>         |       |             |       |             | <b>214200</b>          |

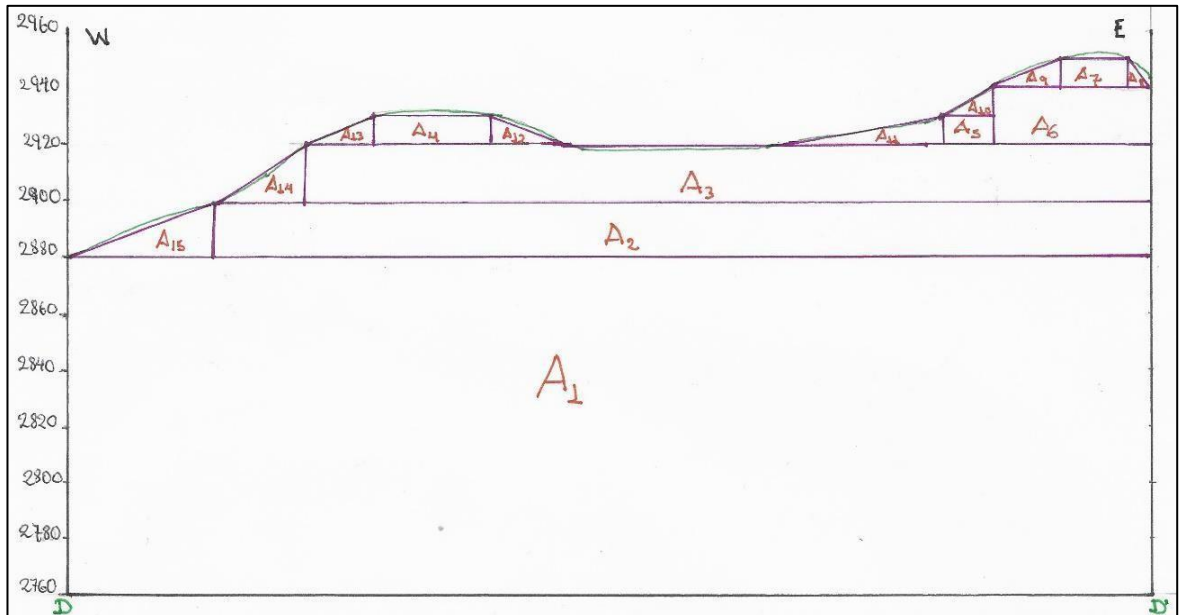


Figura 5: Perfil DD' con polígonos para determinar el área total.

Tabla 5.

Datos cuantitativos del área en cada polígono del perfil DD'.

| AREA TOTAL DEL PERFIL DD' |       |             |       |             |                        |
|---------------------------|-------|-------------|-------|-------------|------------------------|
| AREA                      | LARGO | ESCALA REAL | ANCHO | ESCALA REAL | AREA EN m <sup>2</sup> |
| A1                        | 20    | 1000        | 6     | 120         | 120000                 |
| A2                        | 17.3  | 865         | 1     | 20          | 17300                  |
| A3                        | 15.6  | 780         | 1     | 20          | 15600                  |
| A4                        | 2.2   | 110         | 0.5   | 10          | 1100                   |
| A5                        | 0.9   | 45          | 0.5   | 10          | 450                    |
| A6                        | 2.9   | 145         | 1     | 20          | 2900                   |
| A7                        | 1.7   | 85          | 0.5   | 10          | 850                    |
| AEXT                      | 20    | 1000        | 2     | 40          | 40000                  |
| A8                        | 0.4   | 20          | 0.5   | 10          | 100                    |
| A9                        | 1.3   | 65          | 0.5   | 10          | 325                    |
| A10                       | 1     | 50          | 0.5   | 10          | 250                    |
| A11                       | 3     | 150         | 0.5   | 10          | 750                    |
| A12                       | 1.5   | 75          | 0.5   | 10          | 375                    |
| A13                       | 1.2   | 60          | 0.5   | 10          | 300                    |
| A14                       | 1.7   | 85          | 1     | 20          | 850                    |
| A15                       | 2.7   | 135         | 1     | 20          | 1350                   |
| <b>AREA TOTAL</b>         |       |             |       |             | <b>202500</b>          |

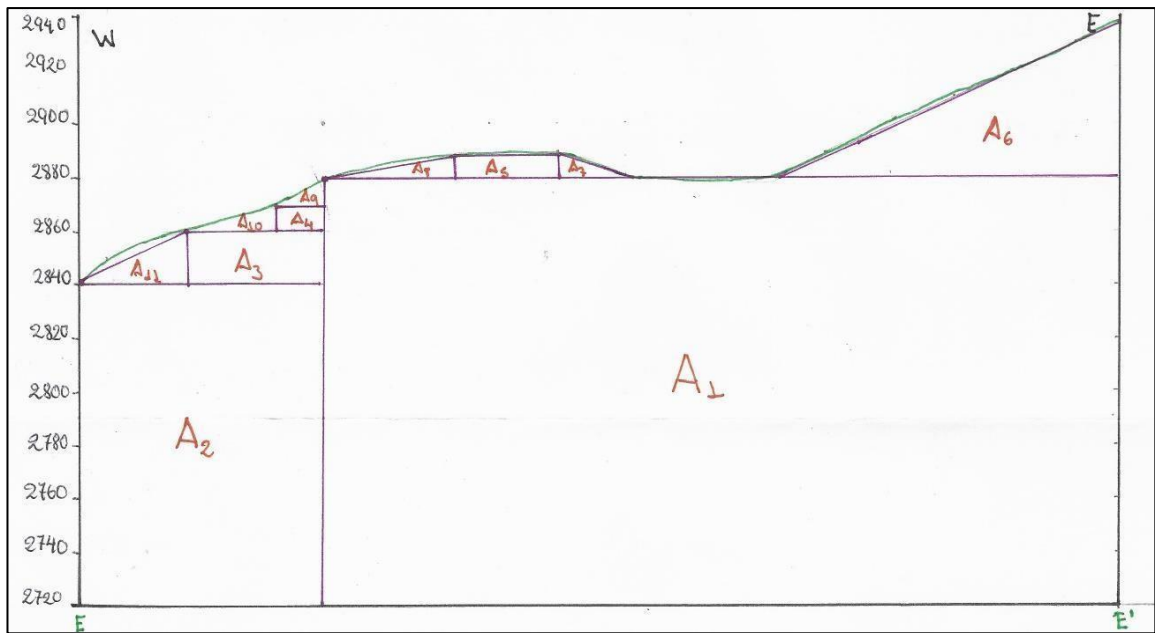


Figura 6: Perfil EE' con polígonos para determinar el área total.

Tabla 6.

Datos del área en cada polígono del perfil EE'

| ÁREA TOTAL DEL PERFIL EE' |       |             |       |             |                        |
|---------------------------|-------|-------------|-------|-------------|------------------------|
| ÁREA                      | LARGO | ESCALA REAL | ANCHO | ESCALA REAL | ÁREA EN m <sup>2</sup> |
| A1                        | 15.3  | 765         | 8     | 160         | 122400                 |
| A2                        | 4.7   | 235         | 6     | 120         | 28200                  |
| A3                        | 2.6   | 130         | 1     | 20          | 2600                   |
| A4                        | 0.9   | 45          | 0.5   | 10          | 450                    |
| A5                        | 2     | 100         | 0.5   | 10          | 1000                   |
| A6                        | 6.5   | 325         | 2.9   | 58          | 9425                   |
| A7                        | 1.4   | 70          | 0.4   | 8           | 280                    |
| A8                        | 2.5   | 125         | 0.4   | 8           | 500                    |
| A9                        | 0.9   | 45          | 0.5   | 10          | 225                    |
| A10                       | 1.7   | 85          | 0.5   | 10          | 425                    |
| A11                       | 2.1   | 105         | 1     | 20          | 1050                   |
| <b>ÁREA TOTAL</b>         |       |             |       |             | <b>166555</b>          |

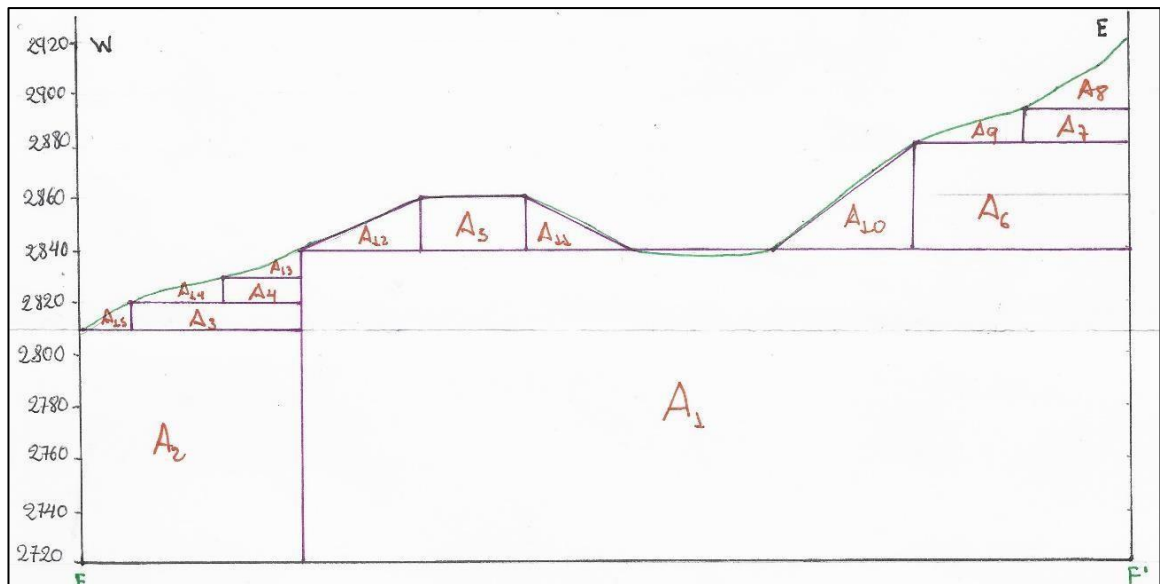


Figura 7: Perfil FF' con polígonos para determinar el área total.

Tabla 7.

Datos del área en cada polígono del perfil FF'

| AREA TOTAL DEL PERFIL FF' |       |             |       |             |                        |
|---------------------------|-------|-------------|-------|-------------|------------------------|
| AREA                      | LARGO | ESCALA REAL | ANCHO | ESCALA REAL | AREA EN m <sup>2</sup> |
| A1                        | 15.7  | 785         | 5.9   | 118         | 92630                  |
| A2                        | 4.2   | 210         | 4.4   | 88          | 18480                  |
| A3                        | 3.2   | 160         | 0.5   | 10          | 1600                   |
| A4                        | 1.5   | 75          | 0.5   | 10          | 750                    |
| A5                        | 2     | 100         | 1     | 20          | 2000                   |
| A6                        | 4.1   | 205         | 2     | 40          | 8200                   |
| A7                        | 2     | 100         | 0.6   | 12          | 1200                   |
| A8                        | 2     | 100         | 1.8   | 36          | 1800                   |
| A9                        | 2     | 100         | 0.6   | 12          | 600                    |
| A10                       | 2.6   | 130         | 2     | 40          | 2600                   |
| A11                       | 2     | 100         | 1     | 20          | 1000                   |
| A12                       | 2.3   | 115         | 1     | 20          | 1150                   |
| A13                       | 1.5   | 75          | 1     | 20          | 750                    |
| A14                       | 1.8   | 90          | 0.5   | 10          | 450                    |
| A15                       | 1     | 50          | 0.5   | 10          | 250                    |
| <b>AREA TOTAL</b>         |       |             |       |             | <b>133460</b>          |

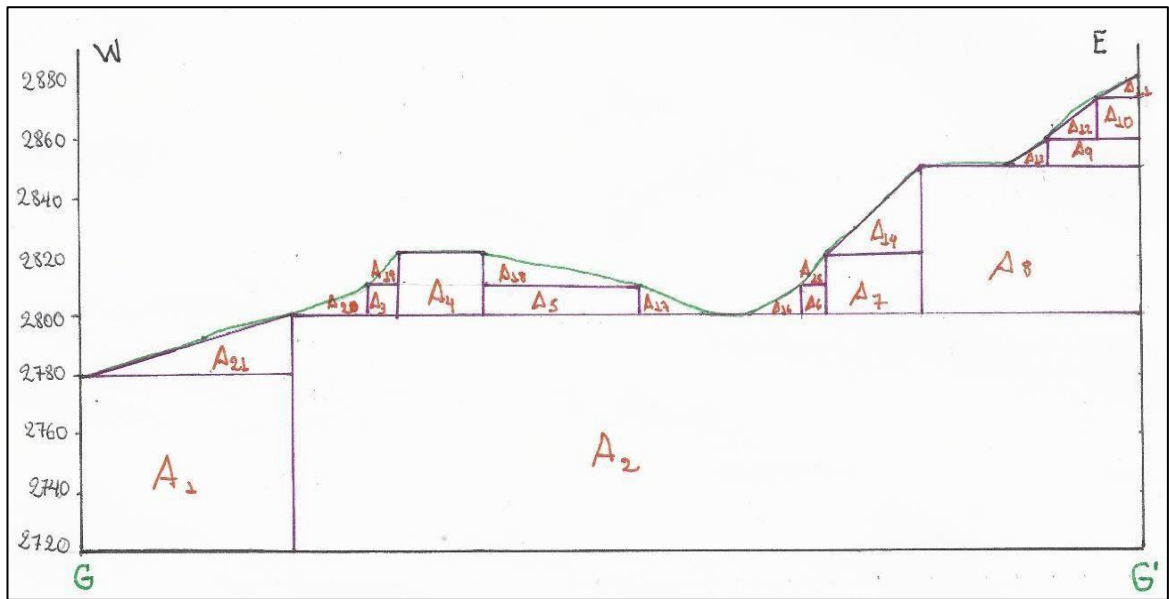


Figura 8: Perfil GG' con polígonos para determinar el área total.

Tabla 8.

Datos del área en cada polígono del perfil GG'.

| ÁREA TOTAL DEL PERFIL GG' |       |             |       |             |                        |
|---------------------------|-------|-------------|-------|-------------|------------------------|
| ÁREA                      | LARGO | ESCALA REAL | ANCHO | ESCALA REAL | ÁREA EN m <sup>2</sup> |
| A1                        | 4     | 200         | 3     | 60          | 12000                  |
| A2                        | 16    | 800         | 4     | 80          | 64000                  |
| A3                        | 0.6   | 30          | 0.5   | 10          | 300                    |
| A4                        | 1.7   | 85          | 1     | 20          | 1700                   |
| A5                        | 3     | 150         | 0.5   | 10          | 1500                   |
| A6                        | 0.5   | 25          | 0.5   | 10          | 250                    |
| A7                        | 1.8   | 90          | 1     | 20          | 1800                   |
| A8                        | 4.1   | 205         | 2.5   | 50          | 10250                  |
| A9                        | 1.7   | 85          | 0.5   | 10          | 850                    |
| A10                       | 0.8   | 40          | 0.8   | 16          | 640                    |
| A11                       | 0.8   | 40          | 0.4   | 8           | 160                    |
| A12                       | 0.9   | 45          | 0.7   | 14          | 315                    |
| A13                       | 0.8   | 40          | 0.5   | 10          | 200                    |
| A14                       | 1.8   | 90          | 1.5   | 30          | 1350                   |
| A15                       | 0.5   | 25          | 0.5   | 10          | 125                    |
| A16                       | 1     | 50          | 0.5   | 10          | 250                    |
| A17                       | 1.3   | 65          | 0.5   | 10          | 325                    |
| A18                       | 2.9   | 145         | 0.5   | 10          | 725                    |
| A19                       | 0.6   | 30          | 0.5   | 10          | 150                    |
| A20                       | 1.4   | 70          | 0.5   | 10          | 350                    |
| A21                       | 4     | 200         | 1     | 20          | 2000                   |
| <b>ÁREA TOTAL</b>         |       |             |       |             | <b>99240</b>           |



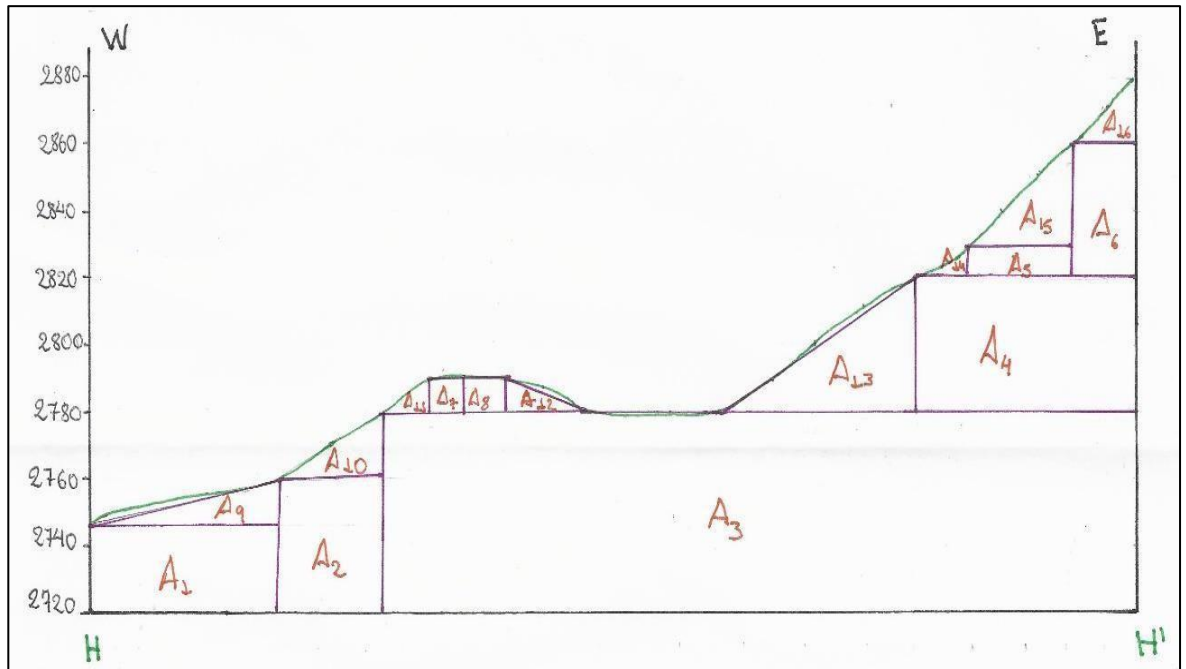


Figura 9: Perfil HH' con polígonos para determinar el área total.

Tabla 9.

Datos del área en cada polígono del perfil GG

| ÁREA TOTAL DEL PERFIL HH' |       |             |       |             |                        |
|---------------------------|-------|-------------|-------|-------------|------------------------|
| ÁREA                      | LARGO | ESCALA REAL | ANCHO | ESCALA REAL | ÁREA EN m <sup>2</sup> |
| A1                        | 3.5   | 175         | 1.3   | 26          | 4550                   |
| A2                        | 2     | 100         | 2     | 40          | 4000                   |
| A3                        | 14.5  | 725         | 3     | 60          | 43500                  |
| A4                        | 4.2   | 210         | 2     | 40          | 8400                   |
| A5                        | 2     | 100         | 0.4   | 8           | 800                    |
| A6                        | 1.2   | 60          | 2     | 40          | 2400                   |
| A7                        | 0.7   | 35          | 0.5   | 10          | 350                    |
| A8                        | 0.7   | 35          | 0.5   | 10          | 350                    |
| A9                        | 3.6   | 180         | 0.7   | 14          | 1260                   |
| A10                       | 2     | 100         | 0.9   | 18          | 900                    |
| A11                       | 0.9   | 45          | 0.5   | 10          | 225                    |
| A12                       | 1.5   | 75          | 0.5   | 10          | 375                    |
| A13                       | 3.7   | 185         | 2     | 40          | 3700                   |
| A14                       | 1     | 50          | 0.5   | 10          | 250                    |
| A15                       | 2     | 100         | 1.5   | 30          | 1500                   |
| A16                       | 1.2   | 60          | 0.9   | 18          | 540                    |
| <b>ÁREA TOTAL</b>         |       |             |       |             | <b>67800</b>           |

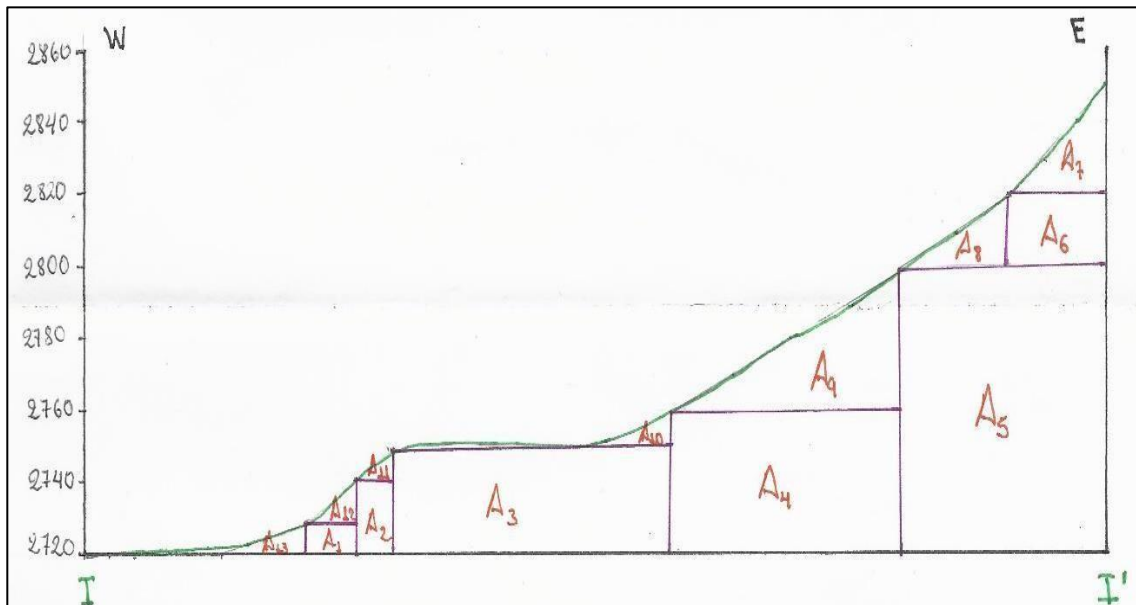


Figura 10: Perfil II' con polígonos para determinar el área total.

Tabla 10.

Datos del área en cada polígono del perfil II'

| ÁREA TOTAL DEL PERFIL II' |       |             |       |             |                        |
|---------------------------|-------|-------------|-------|-------------|------------------------|
| ÁREA                      | LARGO | ESCALA REAL | ANCHO | ESCALA REAL | ÁREA EN m <sup>2</sup> |
| A1                        | 1     | 50          | 0.4   | 8           | 400                    |
| A2                        | 0.7   | 35          | 1     | 20          | 700                    |
| A3                        | 5.4   | 270         | 1.5   | 30          | 8100                   |
| A4                        | 4.5   | 225         | 2     | 40          | 9000                   |
| A5                        | 4     | 200         | 4     | 80          | 16000                  |
| A6                        | 2     | 100         | 1     | 20          | 2000                   |
| A7                        | 1.9   | 95          | 1.5   | 30          | 1425                   |
| A8                        | 2.1   | 105         | 1     | 20          | 1050                   |
| A9                        | 4.5   | 225         | 1.9   | 38          | 4275                   |
| A10                       | 1.5   | 75          | 0.4   | 8           | 300                    |
| A11                       | 0.7   | 35          | 0.4   | 8           | 140                    |
| A12                       | 1     | 50          | 0.6   | 12          | 300                    |
| A13                       | 1.7   | 85          | 0.4   | 8           | 340                    |
| <b>ÁREA TOTAL</b>         |       |             |       |             | <b>44030</b>           |

Tabla 11.

*Áreas totales de la cantera de agregados.*

| <b>CALCULO DE TONELAJE EN TM</b> | <b>AREAS m2</b> | <b>A1+A2/2</b>                   | <b>DISTANCIA</b> | <b>VOLUMEN m<sup>3</sup></b> |
|----------------------------------|-----------------|----------------------------------|------------------|------------------------------|
| AREA TOTAL DEL PERFIL AA'        | 139255          | 167415                           | 100              | 16741500                     |
| AREA TOTAL DEL PERFIL BB'        | 195575          | 204887.5                         | 100              | 20488750                     |
| AREA TOTAL DEL PERFIL CC'        | 214200          | 208350                           | 100              | 20835000                     |
| AREA TOTAL DEL PERFIL DD'        | 202500          | 184527.5                         | 100              | 18452750                     |
| AREA TOTAL DEL PERFIL EE'        | 166555          | 150007.5                         | 100              | 15000750                     |
| AREA TOTAL DEL PERFIL FF'        | 133460          | 116350                           | 100              | 11635000                     |
| AREA TOTAL DEL PERFIL GG'        | 99240           | 83520                            | 100              | 8352000                      |
| AREA TOTAL DEL PERFIL HH'        | 67800           | 55915                            | 100              | 5591500                      |
| AREA TOTAL DEL PERFIL II'        | 44030           | 653322.5                         | 100              | 65332250                     |
| <b>SUMA TOTAL</b>                | <b>1262615</b>  |                                  |                  |                              |
| <b>TOTAL</b>                     |                 |                                  |                  | <b>182429500</b>             |
| <b>DENSIDAD</b>                  |                 |                                  |                  | <b>2.45</b>                  |
|                                  |                 | <b>CALCULO DE TONELAJE EN TM</b> |                  | <b>446 952 275</b>           |

La Influencia del cálculo de reservas para la explotación de agregados en la cantera Bazán en el diseño de explotación es para una explotación a cielo abierto por lo que las reservas se tienen en la superficie y las reservas se encuentran en un área extensa.

### 3.2. Influencia de la ley media en el diseño de los parámetros operativos

Geología General.

Formación Farrat: La base de esta formación consiste en arenisca cuarzosa blanca de grano fino a mediano que tiene capas cruzadas, con capas elevadas y gradientes descendentes; la parte media muestra la capa de limonita blanca sobre la capa de microconglomerado.



*Figura 11:* Arenisca de la formación Farrat.

Geología Local:

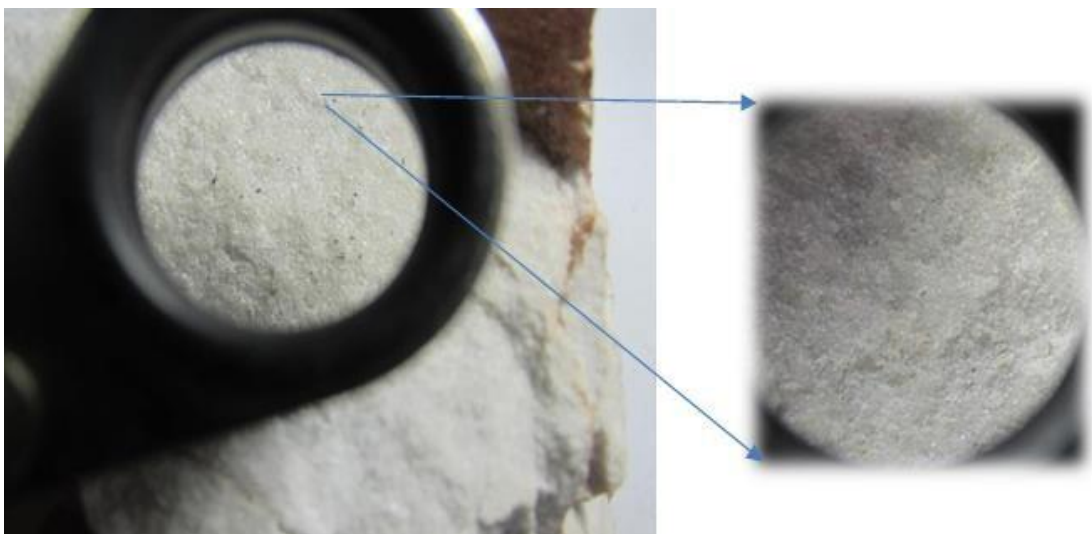
Petrológicamente, el área de estudio contiene arenisca con alto contenido de cuarzo de la Formación Farrat, que varía en tamaño de grano de medio a grueso. El color es principalmente rojo debido a los óxidos de hierro en la superficie endurecida y gris en la superficie fresca. Debido a la presencia de cuarzo tiene una alta dureza.



*Figura 12:* Arenisca de la formación Farrat

Mineralogía: En la zona de estudio se reconocieron minerales constitutivos de rocas, el cuarzo, además como patina de óxidos de hierro.

CUARZO: encontrado en la totalidad de las rocas, cristales anhedrales asubhedrales presenta una dureza de 6 ½-7.



*Figura 13:* Cuarzo anhedral-formación Farrat.

En ambientes continentales y en costas no tropicales, el componente principal más común de la arena es la sílice, generalmente en forma de cuarzo. Sin embargo, su composición varía según las características locales de la roca a partir de la cual se produce.

En las muestras preparadas macroscópicamente se observó muy bien la presencia de cuarzo, lo que indica que el material encontrado es de alta calidad. En estas observaciones se encontró que el 90% del total de la muestra era cuarcita.

La influencia de la ley promedio en el diseño de los parámetros operativos muestra que la explotación de canteras tiene la calidad más baja del material de alta ley.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Según el objetivo específico, cálculo de reservas para la explotación de agregados realizar mediante perfiles, los resultados obtenidos en la tabla N°10 indican el dimensionamiento. Existen un área total de 1262615 m<sup>2</sup>, 182429500 m<sup>3</sup> de gravas cubiertas por material estéril y vegetación, 446 952 275 de TM de agregados por explotar con una densidad de 2.45. Datos que al ser comparados con lo encontrado por Huamán y Quispe (2019). concluyeron que obtuvieron excelentes resultados al realizar el levantamiento topográfico el cual les permitió dimensionar el frente de explotación y el área de sus reservas probadas y probables. Con estos resultados se afirma que es importante hacer un levantamiento topográfico para conocer las áreas de las reservas probadas o probables y dimensionar el área de explotación.

Según el objetivo específico, Influencia de la ley media en el diseño de los parámetros operativos al analizar la geología local y regional del área de estudio, los resultados obtenidos indican que la geología regional y local pertenecen a una arenisca de la formación farrat en la cual se observa que la presencia de cuarzo es muy buena, lo que indica que el material encontrado es de buena calidad, en estas observaciones se encontró un 90% del total de la muestra era Cuarcita por lo cual su explotación presenta un alto valor económico. Datos que al ser comparados con lo encontrado por Velasco (2016) “Materiales y procedimientos de la construcción II” indica que estos materiales de depósitos aluviales con presencia de sedimentos son utilizados como árido natural y como materia prima en el campo de la construcción. Además, se caracteriza por la estabilidad química y resistencia mecánica siendo empleado como agregado grueso del hormigón o concreto. Corroborando así que los yacimientos aluviales presentan un gran porcentaje de grabas de alto valor económico.

La presente tesis titulada. Cálculo de reservas para la explotación de agregados en una cantera a tajo abierto nos permite analizar nuevas líneas de investigación que nos ha servido para identificar una serie de premisas determinantes para los futuros estudios. Entre otros, la importancia de incluir a los usuarios en el proceso de investigación con el objetivo de conocer la demanda (sus necesidades reales y sus expectativas), además de que lo haga a lo largo de todo el proceso, desde el comienzo de la investigación y durante el desarrollo de esta. Por otro lado, esta forma de trabajo proporcionaría la importancia de conocer los requerimientos del usuario como parte fundamental del diseño de sistemas centrados en el mismo objetivo de la investigación.

En cuanto a la practica la investigación realizada puede decirse que el sector va a demandar, avances tecnológicos avanzados y eficientes y que deben generen confianza de modo que aseguren eficiencia en la explotación de agregados.



## 4.2. Conclusiones

- ✓ Luego de los estudios realizados se determina que el diseño de explotación de la cantera se realizara a tajo abierto después del realizado el cálculo de reservas para la explotación de agregados.
  
- ✓ De igual forma luego de realizar el estudio de la cubicación mediante 9 perfiles en la zona de influencia de la cantera se determina que se tiene que realizar una explotación a cielo abierto.
  
- ✓ Se realizó el estudio macroscópico de las calicatas de la cantera Bazán la cual se encuentra dentro de la formación Farrat con presencia de areniscas cuarzosas se concluye que la ley mínima debe de tener un 90% de sílice en el material para que la explotación de este sea de buena calidad

## REFERENCIAS

- Alvarado, L. (2011). *Cálculo de reservas de un proyecto a tajo abierto en el norte del Perú*. Tesis (Título Profesional de Ingeniero de Minas). Lima- Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2011. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/8964/1/alvaradovl.pdf>
- Alvares, I. (2006). *Plan de explotación minero de la cantera “C.A. Cantera Yaracuy”, municipio la trinidad, sector las casitas, estado Yaracuy* (Tesis de Grado especial). Universidad del Centro de Venezuela, Caracas, Venezuela.
- Buendia, C., & Valdivia, D. (2018). *Propuesta de un plan de minado para la Cantera de Agregados San Isidro – Unidad Minera Cobriza*. (Tesis de Bachiller). Universidad Continental, Arequipa. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/5203>
- Castro, J. (2015) *Propuesta de implementación de plan de minado en la cantera de dolomita “Jajahuasi” de la comunidad campesina Llocllapampa – provincia de Jauja*. Tesis Huancayo-Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1343>
- Chávez, E. (2018). *“Propuesta de plan de minado de la cantera los chancas iii 5hnos, distrito Bambamarca, provincia Hualgayoc, departamento de Cajamarca, 2018”*. (Tesis de Bachiller). Universidad Privada del Norte, Cajamarca. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11537/15029>
- Ferrer, F. (2015). *Planeamiento de minado de largo plazo para proyecto minero no metálico*. (Tesis de Título Profesional). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/6812>

Luque, J. (2017) *Estudio de factibilidad en un proyecto de explotación de rocas y minerales industriales en una mina de Perlita*. Arequipa-Perú: Universidad nacional de San Agustín de Arequipa.

Ramírez, A. (2020). *Plan de minado para optimizar la explotación de agregados en la cantera Astramacon – Ferreñafe 2018*. (Tesis de Título Profesional). Universidad César Vallejo, Chiclayo. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/40043>

Vásquez, M y Ramos, C. (2018) *Cálculo de reservas para la explotación de la cantera de arena Cachachi, provincia Cajabamba, Cajamarca*. Cajamarca –Perú: Universidad Privada del Norte.

## ANEXOS



